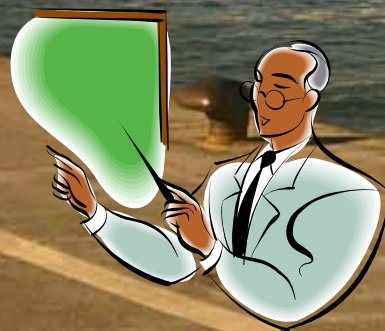




Seminario Tecnico
GLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI
*Novità legislative (nuovo conto energia),
problematiche tecniche, problematiche di installazione,
rapporti con gli Enti*

LE STRUTTURE DI SOSTEGNO PER I PANNELLI FOTOVOLTAICI

Rimini, 24 Ottobre 2007



Relatore:
Dott. Ing. Marco Ferrini

Impianti fotovoltaici



Perché progettare il sistema di staffaggio?

Garantire un adeguato grado di sicurezza del progetto impiantistico

Per ottimizzare tempo e risorse nella fase di installazione



Valutare con precisione i costi complessivi del progetto

Fornire una progettazione completa

Scelta del materiale (zincato, inox,...)

GRADO DI AGGRESSIVITA' DELL'AMBIENTE



**Galvanizzato
5-20µ**

- Interni senza umidità
- Esterni solo per applicazioni temporanee

Galvanizzato a caldo

- Interni con umidità
- Esterno, atmosfera leggermente corrosiva
- Esposizione occasionale alla condensa

Acciaio inossidabile

- Fissaggi interni, esposti ad elevata condensazione
- Esterni, non esposti ai cloruri
- Ambienti altamente corrosivi come tunnel stradali o in piscine coperte



Condizioni Ambientali



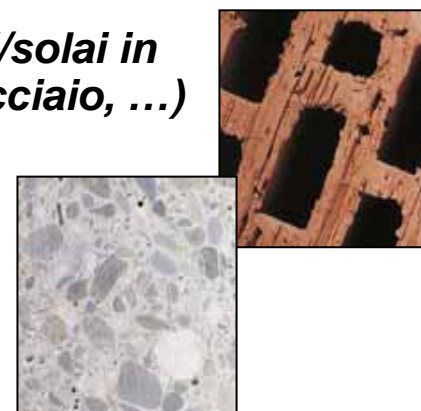
Scelta del tipo e del numero di fissaggi

CONDIZIONI AL CONTORNO DELL'AMBIENTE

- **geometria dell'area (es. ambiente con forma irregolare, solai a quote elevate, presenza di ingombri,...)**

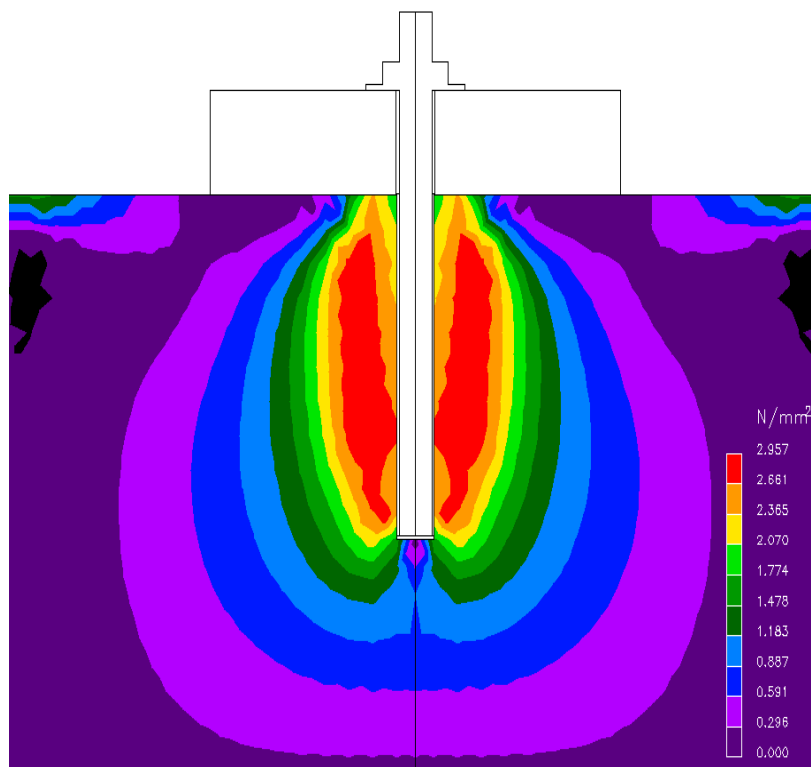
- ancoraggi a parete**
- ancoraggi a solaio**
- presenza di eventuali ingombri**
- ...**

- **materiale base su cui prevedere il fissaggio delle staffe (pareti/solai in cls, cls alleggerito, cartongesso, muratura, travi o supporti in acciaio, ...)**

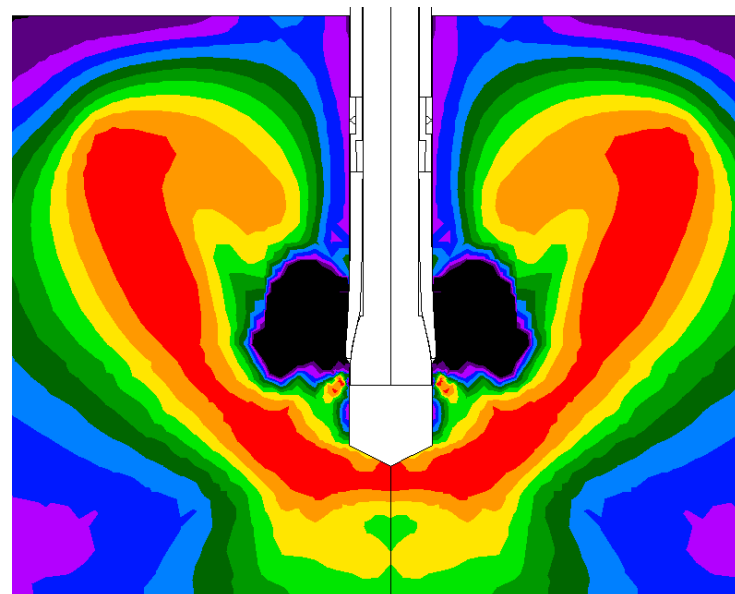


Classificazione dei sistemi di ancoraggio

Ancorante chimico HIT-HY 150

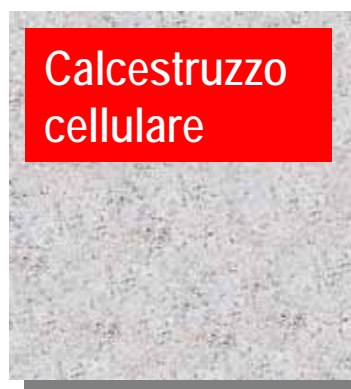


Ancorante meccanico HSL



Criteria di scelta di un ancorante

1. Materiale base





Sistemi di installazione per impianti fotovoltaico

Suddivisione delle applicazioni

Tetto inclinato
Integrazione tetto



% MW
installati 35 %

Tetto piano



45 %

Facciata solare



2 %

Spazio aperto



18 %

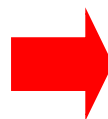
Soluzione Hilti su tetto inclinato: sistema MSP

Campo di applicabilità

- Fissaggio di moduli fotovoltaici incorniciati
- Montaggio su tetti inclinati con copertura in tegole

Caratteristiche del sistema

- Installazione della maggior parte dei moduli con solo 5 componenti
- Efficienza dovuta al significativo vantaggio delle parti pre-assemblate
- Stabilità a lungo termine con componenti verificati staticamente in acciaio inox A2 ed in alluminio
- Supporto tecnico in fase di progettazione ed in cantiere

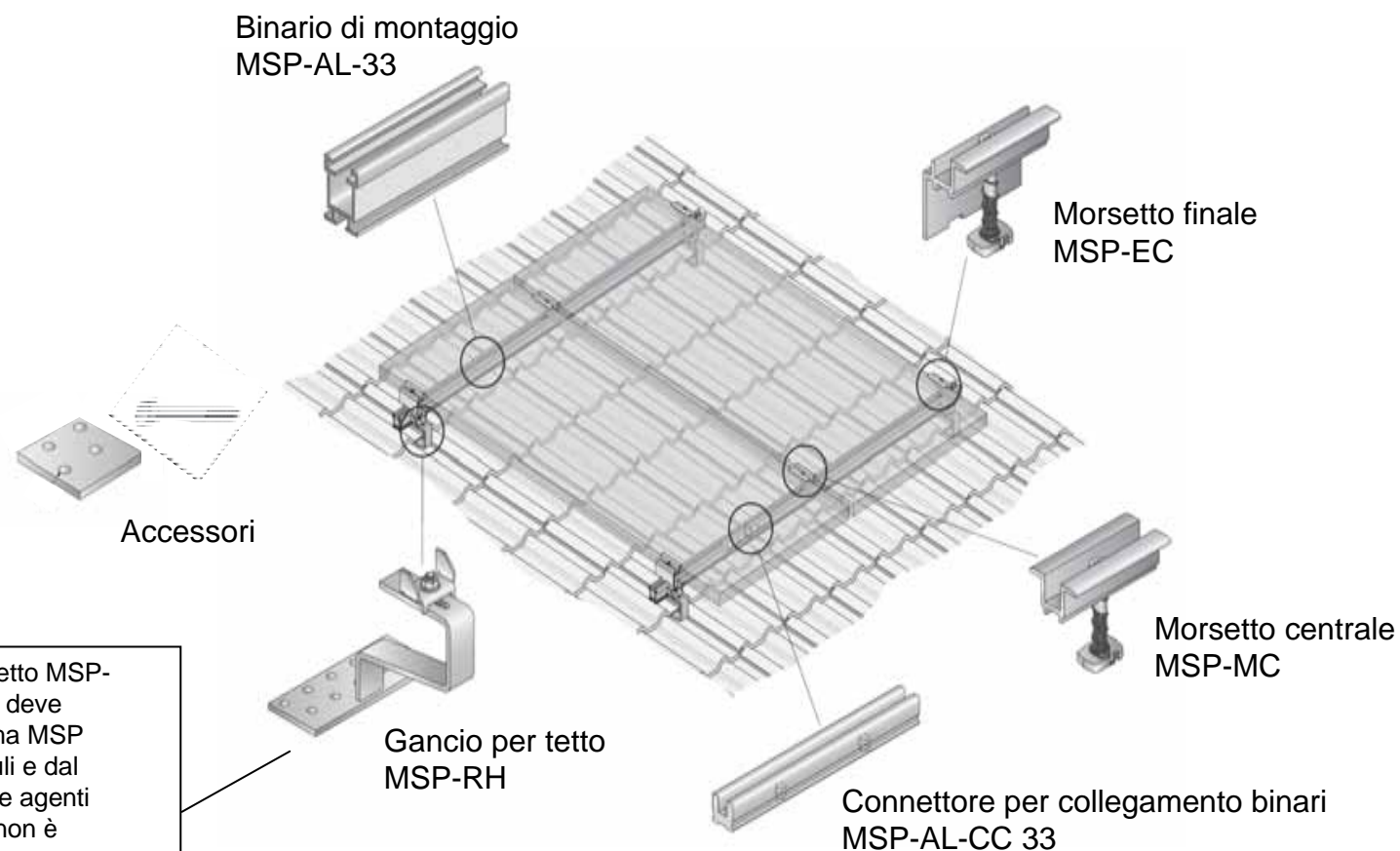


Benefici per il cliente

- Facilità di installazione
- Produttività
- Sicurezza
- Servizio



Componenti del sistema MSP



La distanza tra i ganci per tetto MSP-RH è l'unico parametro che deve essere valutato per il sistema MSP (dipende dal peso dei moduli e dal carico del vento e della neve agenti sull'impianto); per definirlo non è necessaria una progettazione, ma solo un rapido calcolo da parte del Polo Tecnico: in media si ha un interasse tra i ganci di 1,2 m

Fasi di installazione del sistema MSP



Fasi di installazione del sistema MSP



Fasi di installazione del sistema MSP



Soluzione Hilti su altre tipologie di supporti: sistema MQ HDG

Campo di applicabilità

- Fissaggio di moduli fotovoltaici incorniciati
- Montaggio su qualunque tipologia di supporto ove sia possibile il fissaggio della struttura con ancoranti o zavorre

Caratteristiche del sistema

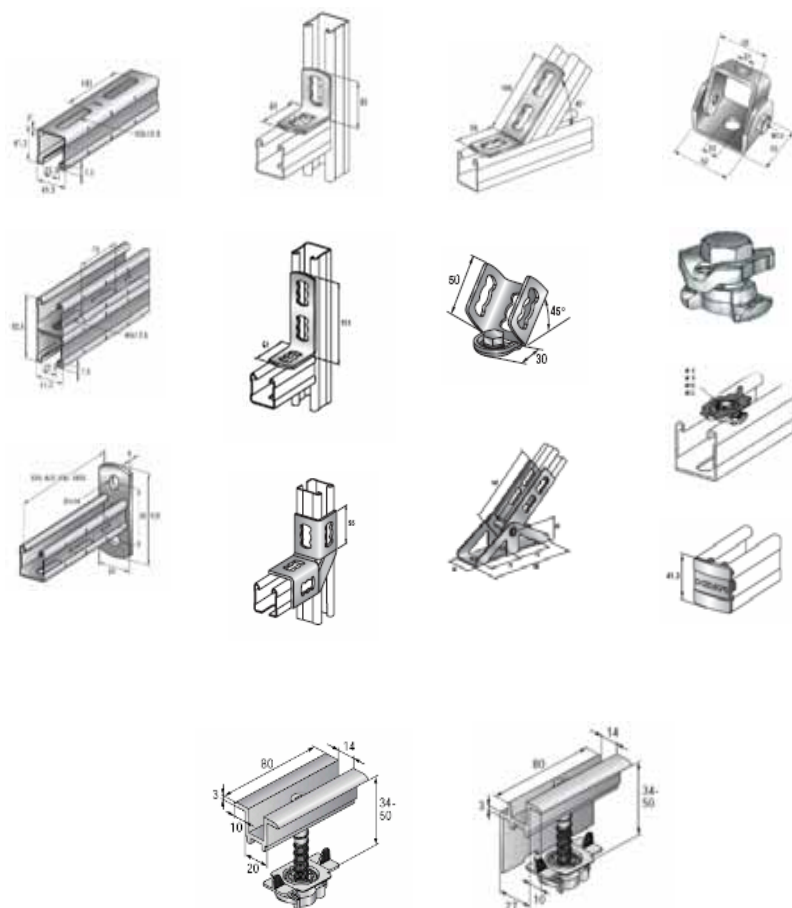
- Installazione della maggior parte dei moduli con un numero limitato di componenti
- Adattabilità alle diverse applicazioni (ampia gamma di accessori con un unico bullone universale)
- Stabilità a lungo termine con componenti verificati staticamente in acciaio zincato a caldo
- Supporto tecnico in fase di progettazione ed in cantiere



Benefici per il cliente

- Facilità di installazione
- Flessibilità e produttività
- Sicurezza
- Servizio

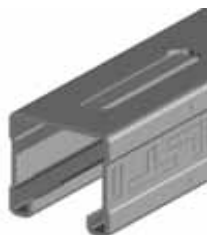
Componenti più utilizzati del sistema MQ HDG



La soluzione con il sistema MQ HDG è legata alla tipologia di supporto sul quale è necessario installare l'impianto; per definirla può essere richiesta una progettazione al Polo Tecnico; nel seguito sono riportate le informazioni da chiedere al cliente e da comunicare al servizio per il dimensionamento:

- dimensione pannelli (altezza, larghezza e spessore)
- numero di pannelli, disposizione ed angolazione (di solito 30°)
- geometria e caratteristiche del supporto sul quale ancorare l'impianto
- carichi agenti sull'impianto (generalmente si considera il peso dei pannelli più 150 kg/m² per l'azione del vento e della neve)

Binari MQ

**MQ-21****MQ-41****MQ-41/3****MQ-72****MQ-21 D****MQ-41 D****MQ-124X D**

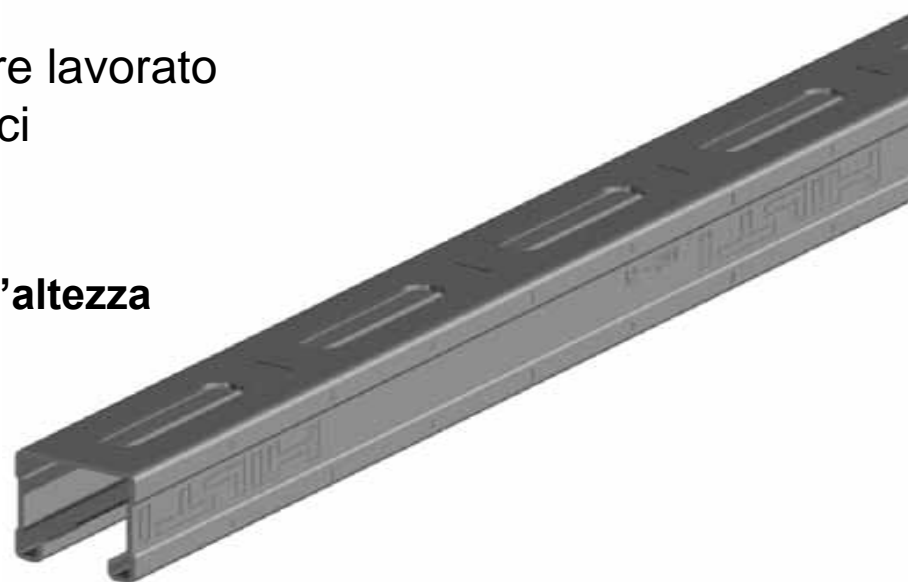
Binari MQ-HDG

**Acciaio S 250 GD in accordo con
DIN EN 10147**

Zincatura a caldo di ca. 20 μm

- L'acciaio viene zincato prima di essere lavorato
- Zincatura costante su tutta la superficie
- Zincatura liscia

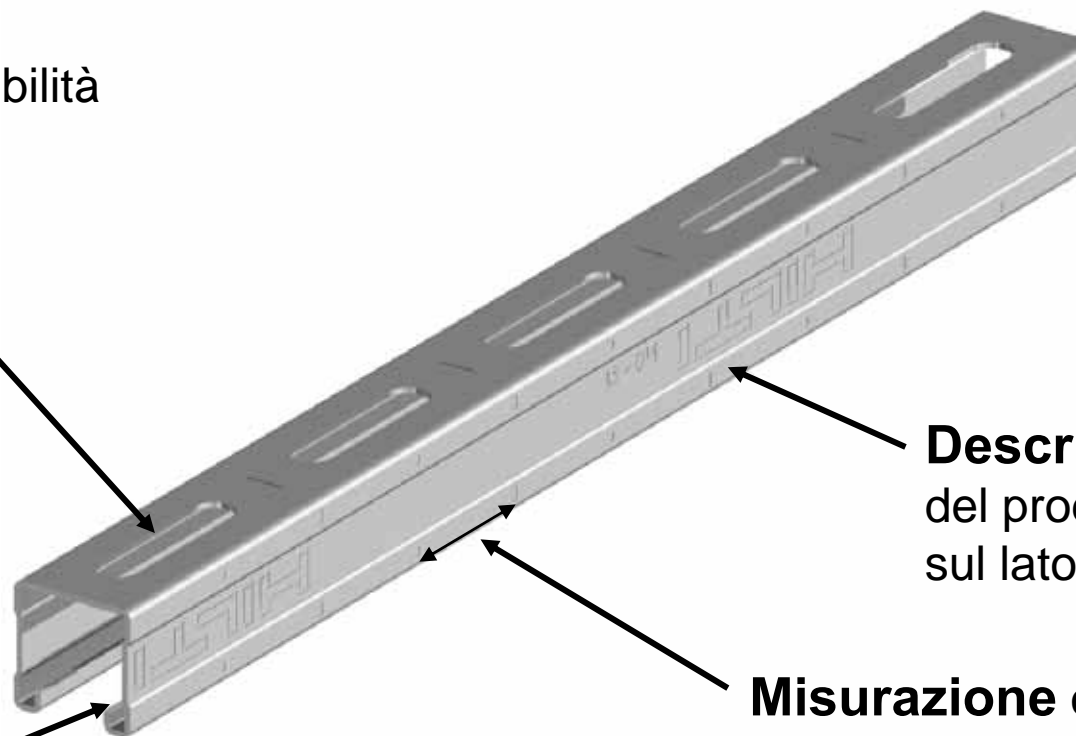
**Lo spessore del materiale varia a seconda dell'altezza
(2.0; 2.75; 3.0mm)**



Binari MQ

Asole 63x13.5mm
per aumentare la flessibilità

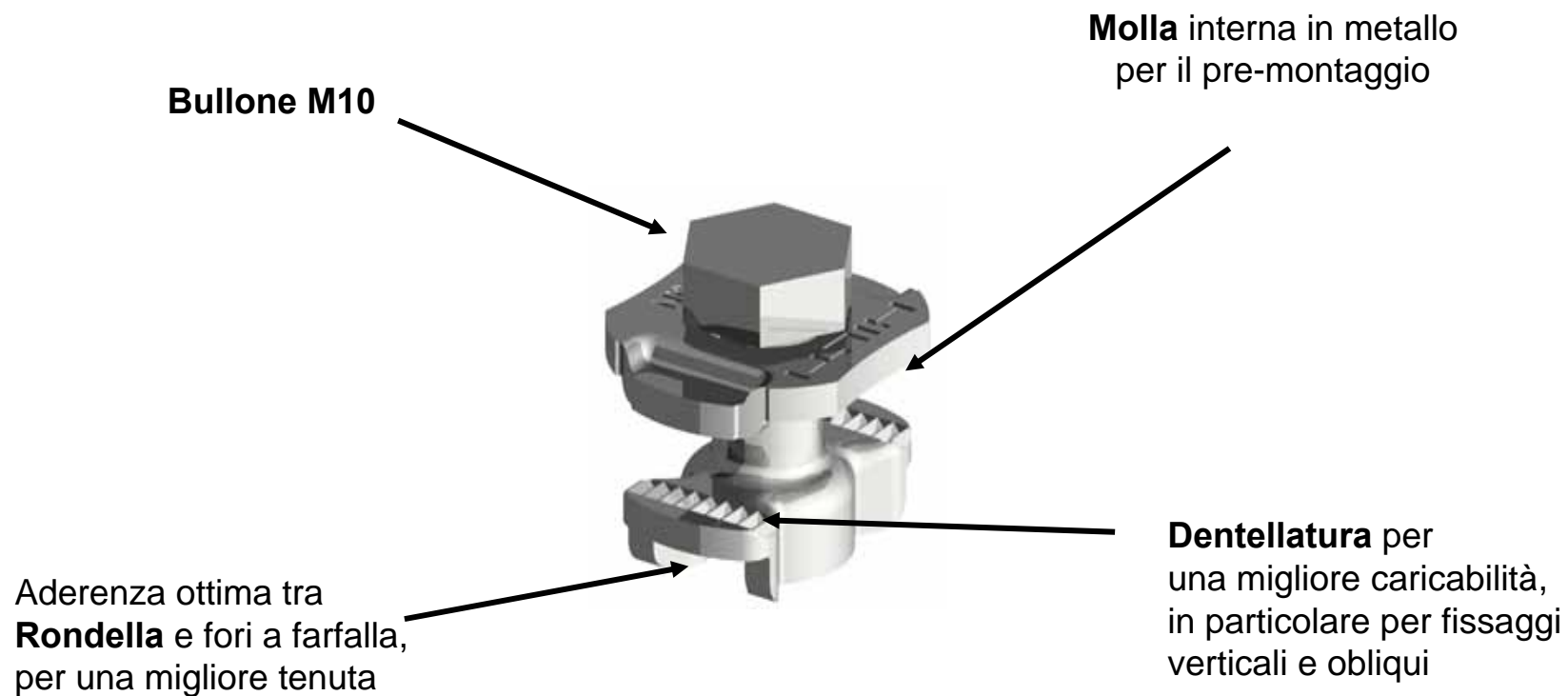
Dentellatura per
una migliore caricabilità
in particolare per fissaggi
verticali e obliqui (*cfr. binario su cui è montato il modulo*)



Descrizione
del prodotto
sul lato

Misurazione ogni
5 cm su entrambi i lati

Bullone MQN



Angolari MQW

**MQW-4****MQW-8/90°****MQW-3****MQW-P2****MQW-8/45°****MQW-3/45°****MQW-2/45°****MQW-3/135°**

Piastre di connessione MQV

**MQV-12****MQV-P4****MQV-T**

Basi



MQP-1/1



MQP-1/3



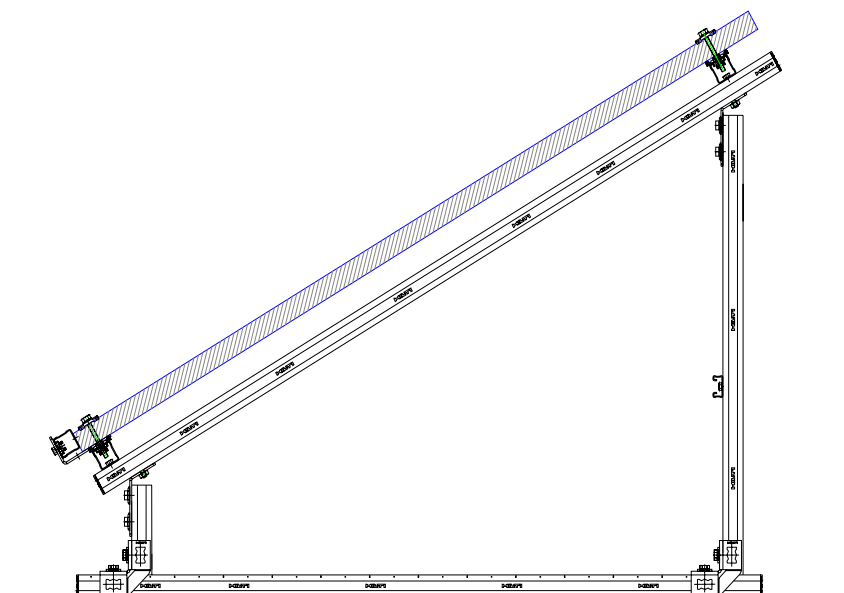
MQV-2/2D



MQP-45°

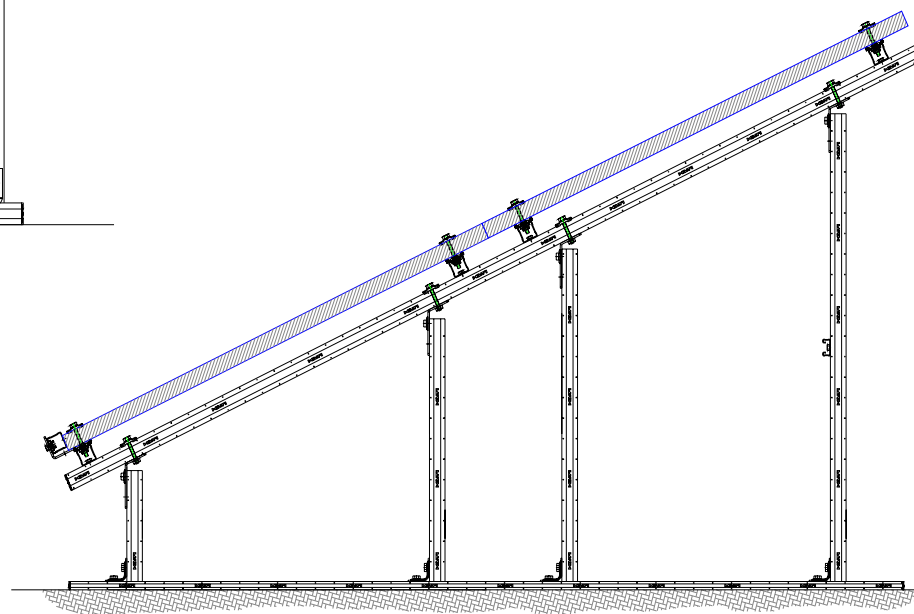


Esempi di tipologie su tetto piano



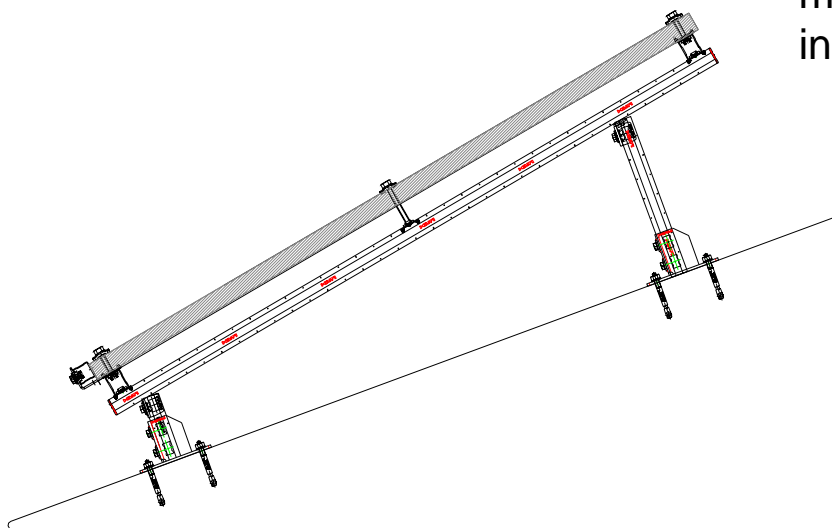
Struttura per singolo
modulo su copertura piana

Struttura per due moduli
su copertura piana

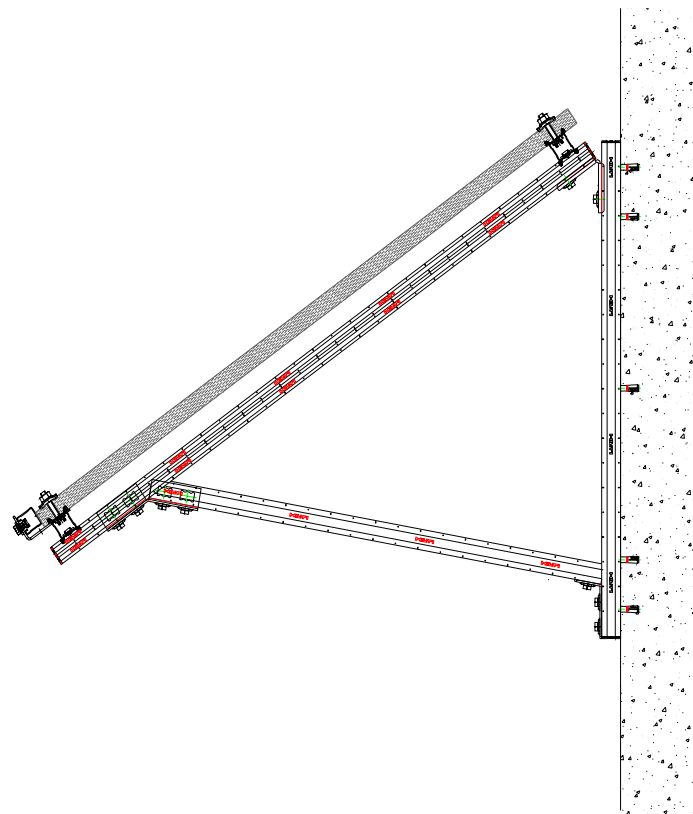


Esempi di tipologie su tetto inclinato e parete verticale

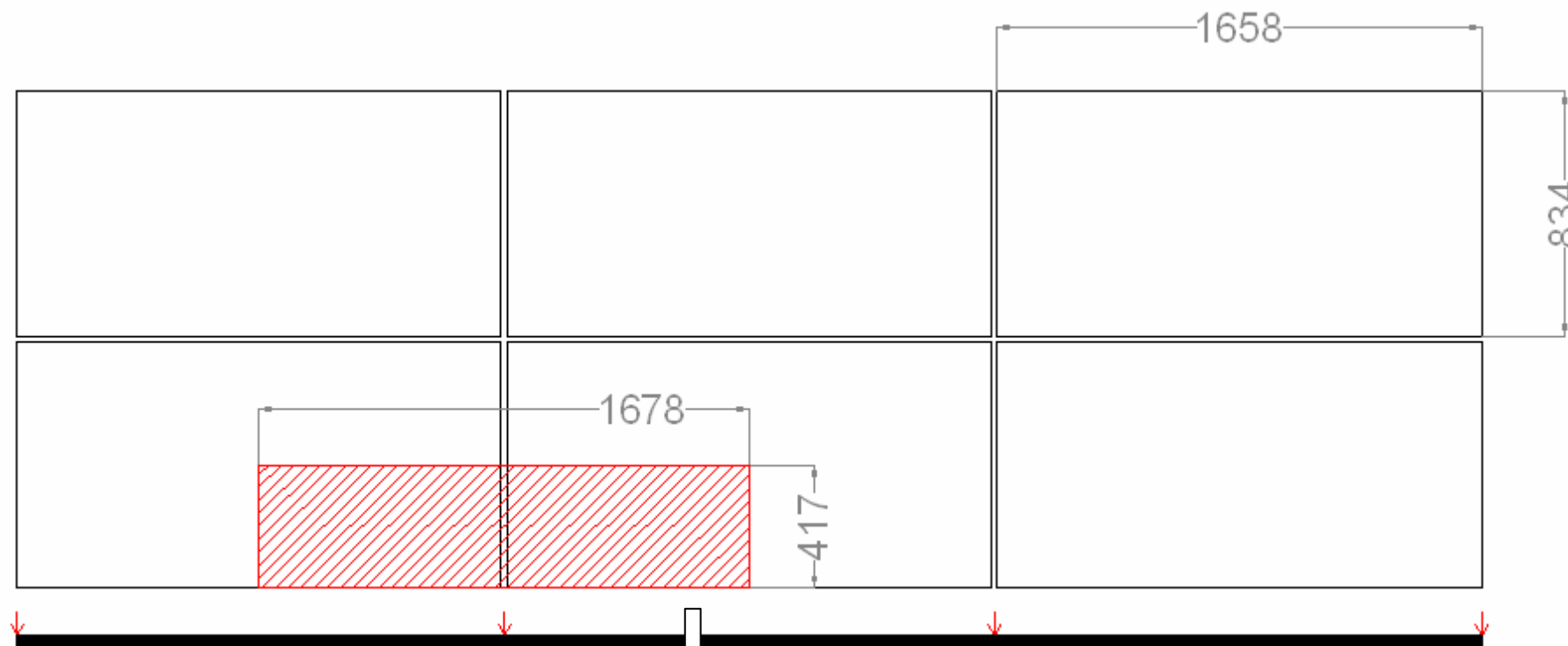
Struttura per singolo
modulo su copertura
inclinata



Struttura per singolo
modulo su parete verticale

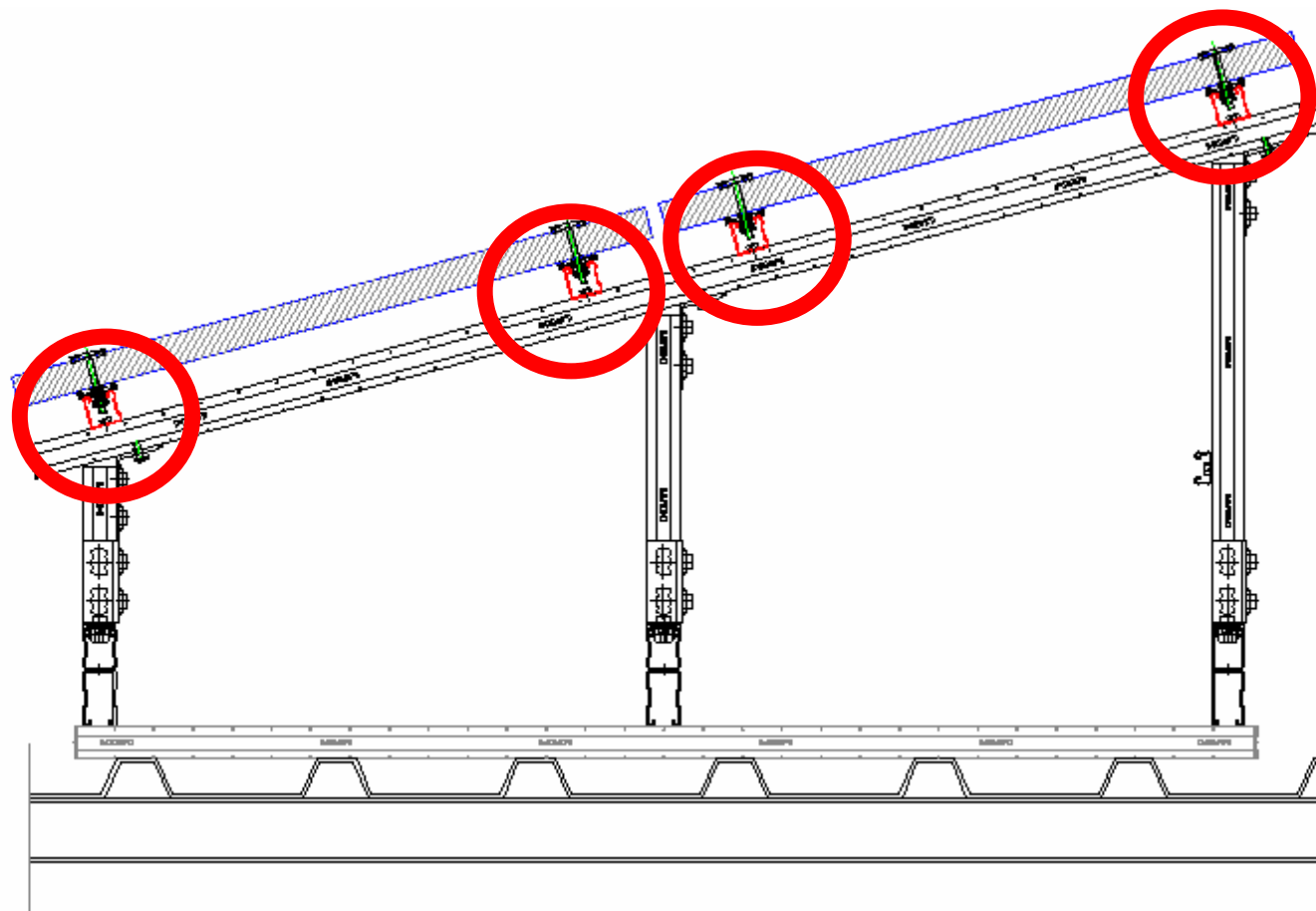


Progettare il sistema MQ HDG



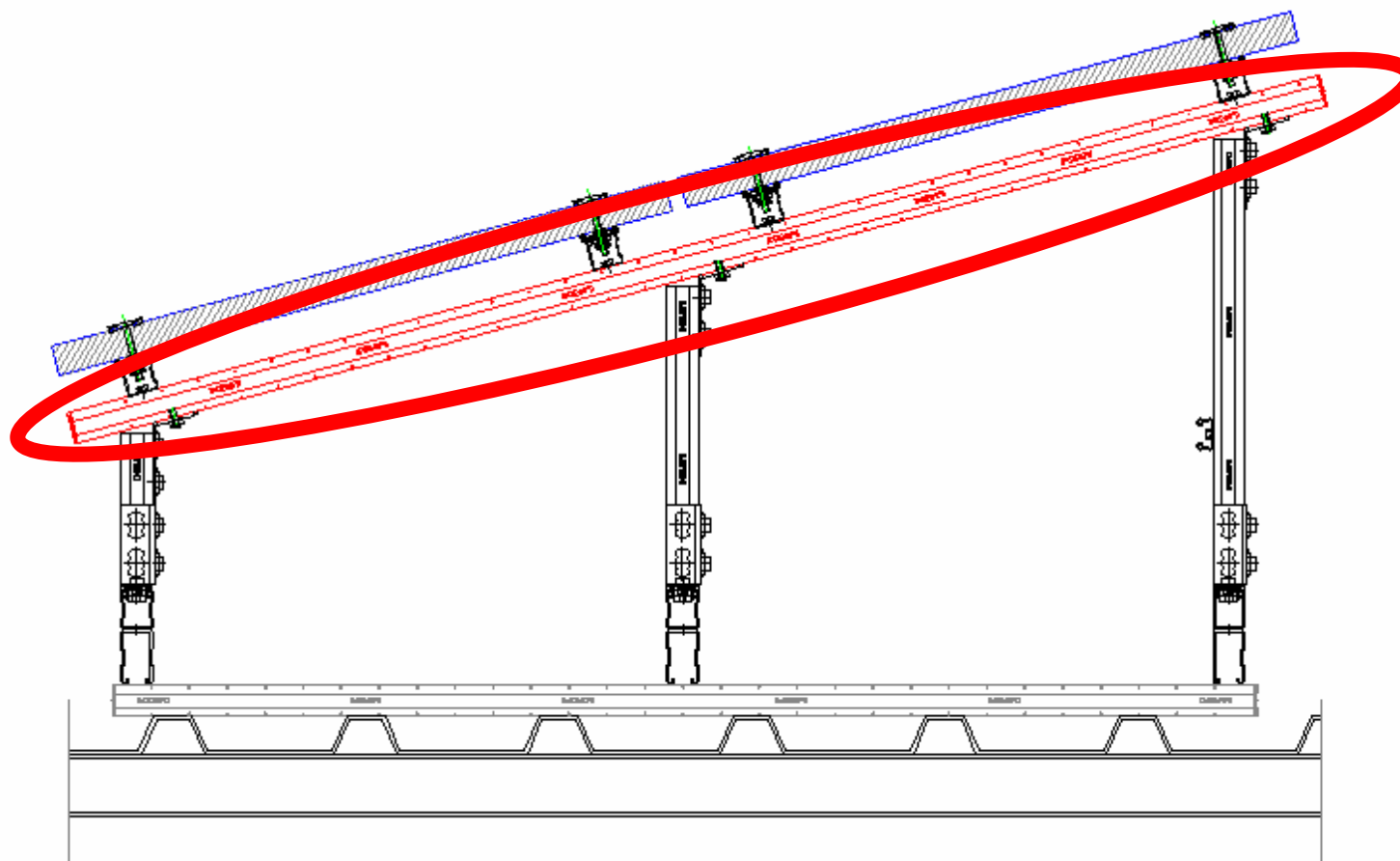
Carico considerato:
150 Kg/mq

Progettare il sistema MQ HDG



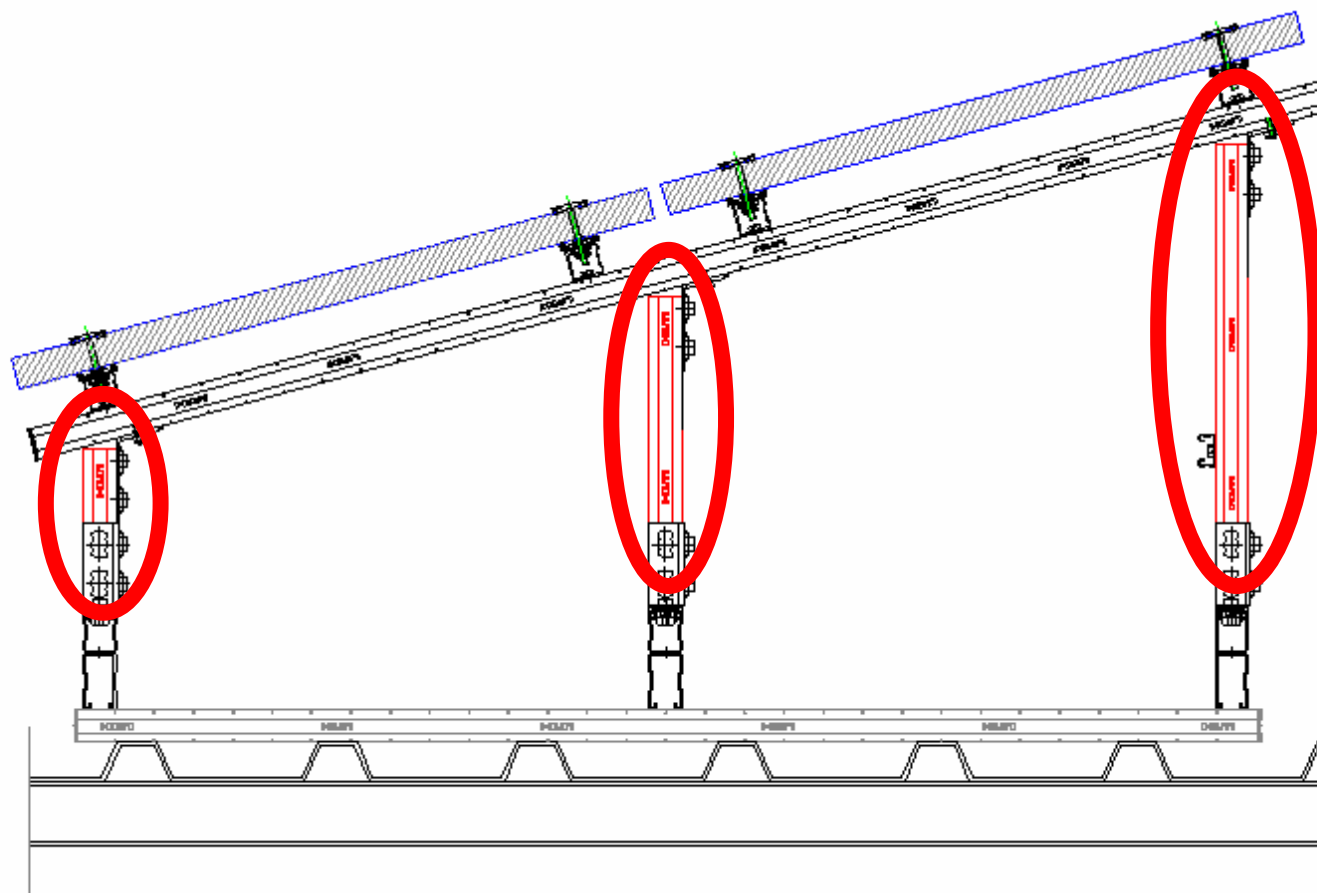
Verifica binari longitudinali alla stringa

Progettare il sistema MQ HDG



Verifica binario obliquo

Progettare il sistema MQ HDG



Verifica dei montanti e dei collegamenti

Software *Hilti CHANNEL 2.76*

Dimensionam. binari - [MQ41F_obliq.chl]

File Modifica Opzioni Aiuti

13/06/2007
12:53:36

Carichi

Lunghezza binario [m] No. punti sospensione

Punti di sospensione			Carichi		
	1	2	3		
	A		L		
Punti di sospensione	Distanza da sinistra A [m]		Trave L [m]		
1	0,089		0,905		
2	0,994		0,894		
3	1,888		0,112		

start | 008_07 Semi... | video | Risultati ricerca | ECOPRO_Je... | Dimensionam... | IT | 97% | 12.53

Software *Hilti CHANNEL 2.76*

Dimensionam. binari - [MQ41F_obliq.chl]

File Modifica Opzioni Aiuti

13/06/2007
12:55:36

Hilti Channel - Dimensionamento binari

MQ-41

Tutti i carichi σ 175 [N/mm²]
 Modulo elasticità E 210000 [N/mm²]
 Tutti i carichi a flessione f 1 / 200 Trave
 Tutti i carichi a flessione f 1 / 150 Mensola
 Momento di inerzia Iy 5,3744 [cm⁴]
 Modulo sezione Wy 2,5435 [cm³]

Diagrammi

	L 0	A 1	L 1	A 2	L 2	A 3	L 3
Punti di sospensione A/L [m]	0,089	0,089	0,905	0,994	0,894	1,888	0,112
Reazione al punto di sospens. R [kN]		1,21		2,09		1,14	
Taglio sinistra Ol [kN]		-1,1		-1,01		-0,04	
Taglio destra Or [kN]		0,1		1,08		0	
Momento flettente Mb [kNm]		-0,056		-0,08		0	
Sforzo flettente s [N/mm ²]		-22		-31		-0,05	
Freccia f [mm]	0,104		-0,137		0,14		-0,048

Sceita binario

OK	Typ
<input checked="" type="checkbox"/>	ML-C-30
<input checked="" type="checkbox"/>	MQ-21
<input checked="" type="checkbox"/>	MOK-21
<input checked="" type="checkbox"/>	MQ-31
<input checked="" type="checkbox"/>	MQ-41
<input checked="" type="checkbox"/>	MOK-41
<input checked="" type="checkbox"/>	MQ-41/3
<input checked="" type="checkbox"/>	MOK-41/3
<input checked="" type="checkbox"/>	MQ-52
<input checked="" type="checkbox"/>	MQ-72
<input checked="" type="checkbox"/>	MOK-72
<input checked="" type="checkbox"/>	MQ-21 D

start | 008_07 Semi... | video | Risultati ricerca | ECOPRO_Je... | Dimensionam... | IT | 97% | 12.55

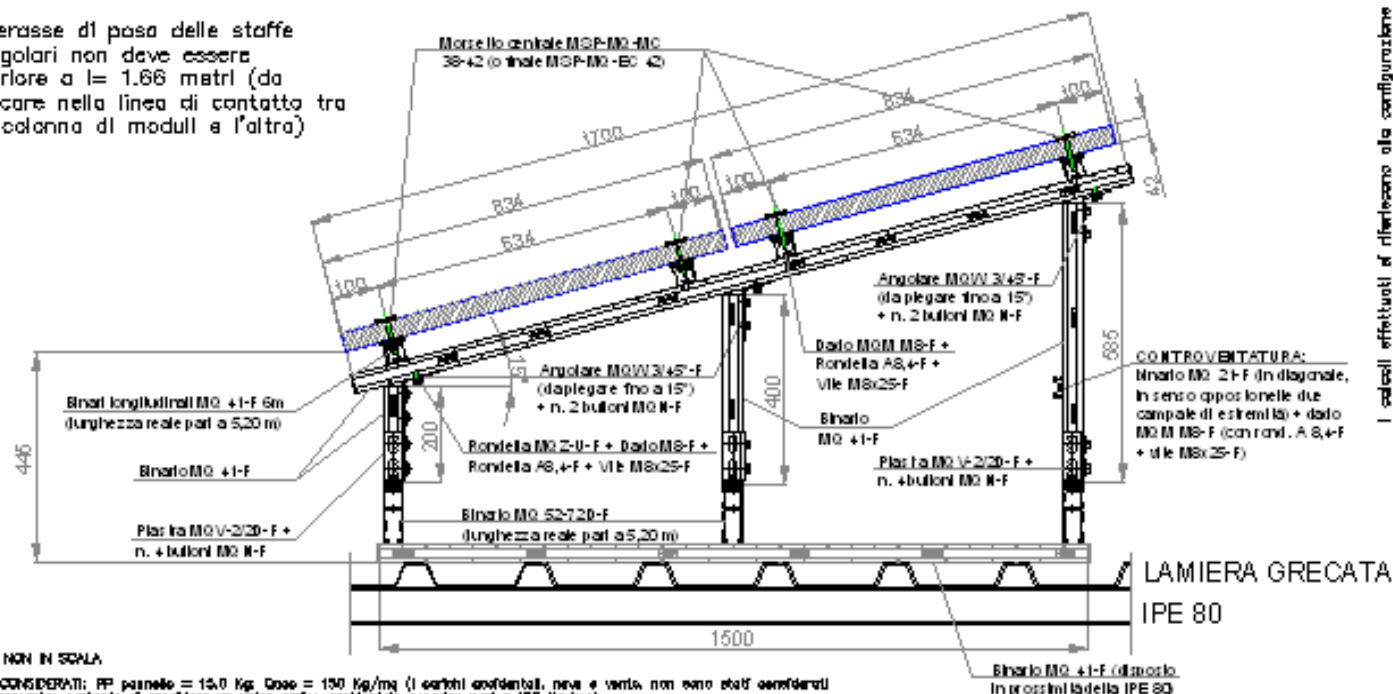
Progettare il sistema MQ HDG

TIPOLOGICO STAFFA per stringa composta da n. 6 moduli (n. 2 righe per n. 3 colonne) aventi dimensioni pari a 1658x834x42 mm

Pannelli totali = n. 252 (disposti in stringhe di varie lunghezza)

Staffe totali = ca. n. 170

L'interasse di posa delle staffe triangolari non deve essere superiore a $l = 1.66$ metri (da collocare nella linea di contatto tra una colonna di moduli e l'altra)



DISSEGNO NON IN SCALA

CARICHI CONSIDERATI: PP pannello = 15,0 Kg. Cose = 150 Kg/mq (i carichi orizzontali, neve e vento non sono stati considerati simultaneamente: pertanto si considera un unico carico assorbitabile generale pari a 100 Kg/mq)

La geometria della staffa è costruita per ospitare due moduli aventi dimensioni 1658x834x42 mm

È stato impiegato un acciaio zincato a caldo; tuttavia per la particolare destinazione d'uso e per l'ambiente in cui il sistema verrà installato si consiglia l'impiego di acciaio inox.

Attacco alla sottostuttura metallica non ipotizzato; si rimane pertanto a disposizione per successive considerazioni.

La verifica della resistenza della sottostuttura (lamiera grecata a IPE 80) rimane a cura della committenza.

I calcoli effettuati ed riferiti sono alla configurazione indicata nel disegno; ogni variazione rispetto a tale geometria dovrà essere rivalutata.



HILTI ITALIA SpA

Data	
Disegnata da:	m.f.
Sezione tipologica	1/2
FOTOVOLTAICO SU COPERTURA PIANA	

Progettare il sistema MQ HDG



HILTI Italia S.p.A.
P.zza I. Moravelli, 22
20099 Sesto San Giovanni (MI)

800-827813 800-829680

T +39-02-21272.1 | F +39-02-2592182

www.hilti.it



HILTI Italia S.p.A.
P.zza I. Moravelli, 22
20099 Sesto San Giovanni (MI)

800-827813 800-829680

T +39-02-21272.1 | F +39-02-2592182

www.hilti.it

Data / Date	10 ottobre 2007	Pag. / Page	1 di 2	E-mail
Da / From	Responsabile tecnico zona Adriatico Ing. Marco Ferrini	C +39-3358104960 F +39-0712869685 E marco.ferrini@hilti.com		
A / To	QUIZZINI ENGINEERING S.r.l.			
At. / att. of	P.L. Menghini			
C.C. / Copy to				

OGGETTO: Realizzazione di supporti per impianto fotovoltaico, su copertura plana in prefabbricato, composto da n. 253 moduli per *Pigital Group S.p.A.*

Come accordato in seguito alla visita avvenuta c/o Vs. uffici in data 27.09.2007, invio la soluzione per la realizzazione di supporti per n. 252 moduli fotovoltaici (aventi dimensioni di 1.600 x 800 x 46 mm), organizzati su n. 21 stringhe composte da n. 12 moduli cad., su una copertura plana realizzata con elementi strutturali prefabbricati. Si precisa che la presente soluzione riguarda esclusivamente la staffa sottostante i singoli moduli (e conseguenti binari longitudinali).

Si precisa che i calcoli effettuati si riferiscono alle configurazioni indicate nei disegni allegati. Ogni variazione rispetto a tali geometrie dovrà essere rivalutata.

La staffa da supporto è realizzata impiegando binari MQ 41-F sia per gli elementi verticali che per l'elemento obliquo, tagliati in cantiere secondo le misure indicate negli elaborati grafici. Per ancorare i n. 2 binari verticali alla sottostruttura in prefabbricato è impegnata una piastra MQV 2/2D-14-F (per l'appoggio nella parte plana) e una base pivotante MQP-G-F (per l'appoggio nella parte obliqua), mentre per raccordare gli stessi binari verticali al binario obliquo sono impiegati angolari MQW 3/45°F, piegati fino ad ottenere la giusta angolatura di 30°. Il tutto corredato da necessari bulloni MQN-F. I moduli fotovoltaici sono appoggiati su binari MQ 41-F, perpendicolari alla staffa, che fungono da longaroni e prolungati tra loro tramite piastre MQV 12-F. Si consiglia di studiare un sistema di tirantaggio per migliorare la controventatura nel piano parallelo a quello dei moduli fotovoltaici. Per assicurare una controventatura nel piano della staffa è creato un tirante (n. 4 per stringa) realizzato con barra filettata M10-F con angolari MQ3D-A-F; per realizzare un controvento nel verso perpendicolare alle staffe vengono inseriti, uniti al binario verticale maggiore, n. 2 binari MQ 21-F 6m, da disporre con inclinazione opposta nelle campate di estremità. Il fissaggio di tali staffe alla sottostruttura in prefabbricato è stato ipotizzato mediante l'impiego di ancoranti meccanici HSA-F M10x90 /20 /25, di

cui non si è svolto alcun calcolo statico, non conoscendo la reale natura di questi elementi strutturali; tuttavia si rimane a disposizione per affrontare approfonditamente la questione.

Si consiglia di chiudere gli estremi dei binari tramite appositi tappi MQZ-E41.

L'interesse di posa delle staffe non deve essere superiore a 1,77 cm.

Per la verifica statica del sistema, svolta mediante l'ausilio del software *Hilti Channel v. 2.76*, sono stati considerati i seguenti carichi (ipotizzati, non essendo stati forniti dalla committenza): a) peso proprio del pannello pari a 15 Kg/mq; b) carico da neve pari a 130 Kg/mq; c) carico da vento pari a ca. 110 Kg/mq. Tuttavia, è stata fatta l'ipotesi di non simultaneità dei carichi accidentali e pertanto si è considerato un unico carico accidentale generico pari a 150 Kg/mq. Tale carico su unità di superficie è stato quindi rapportato in funzione della reale area d'influenza (= 165 Kg/mq x 1,82 m x 0,80 m /2 = ca. 110 Kg, pari al carico gravante sul binario longitudinali nei punti di contatto delle cornici dei moduli fotovoltaici). Si allega il tabulato di calcolo delle verifiche statiche eseguite, precisando che è stato verificato esclusivamente il binario MQ 41-F longitudinale.

La committenza dovrà comunque eseguire una verifica dei carichi agenti sui singoli supporti; inoltre rimane a cura della committenza la verifica statica delle strutture in c.a. sottoposte alle sollecitazioni impresse da tali supporti.

La verifica statica del sistema è stata eseguita considerando tutti i componenti in acciaio zincato a caldo.

Si precisa che i dati contenuti nella presente relazione sono stati elaborati sulla base delle informazioni da me avute in seguito alla visita avvenuta c/o Vs. uffici in data 27.09.2007, e che, perciò, sono da ritenersi validi esclusivamente se rispettati i requisiti da Voi indicati.

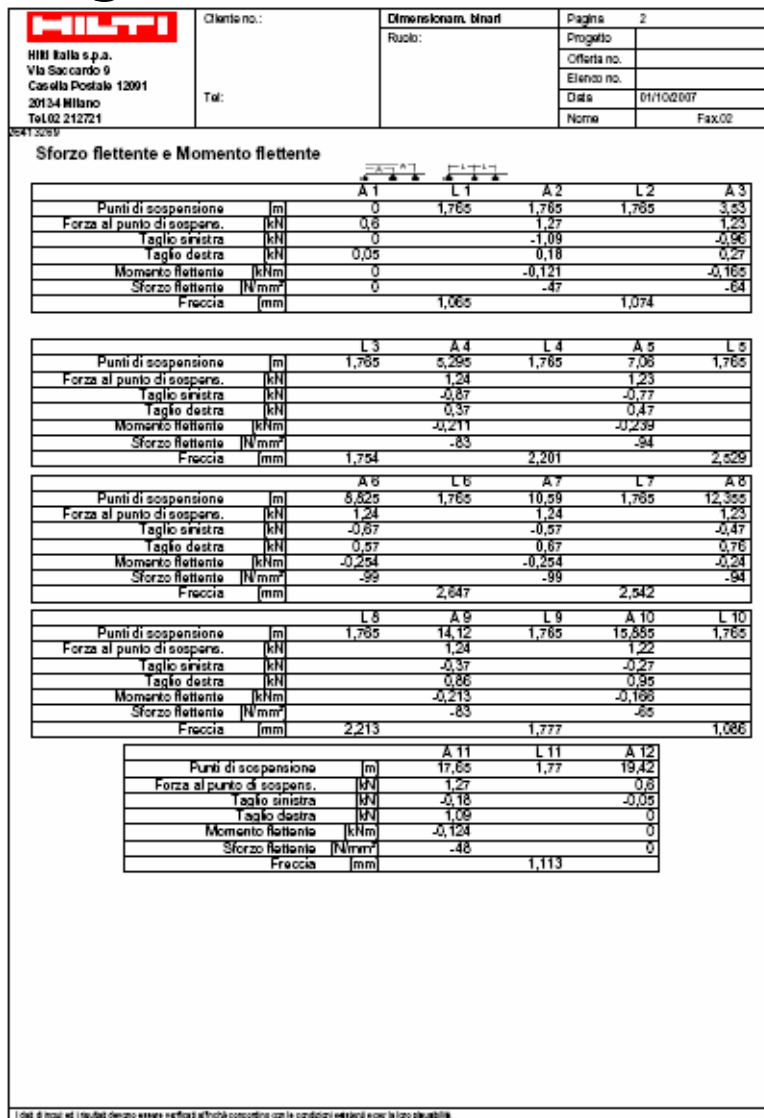
Pertanto, nel caso in cui si verificasse una variazione delle condizioni applicative, le indicazioni contenute nella presente comunicazione non potranno considerarsi applicabili.

In presenza di ulteriori elementi che possano incidere sul contesto applicativo e che non siano stati indicati nella documentazione fornita in quanto rilevabili solo nel contesto concreto di applicazione, sarà Vostra cura verificare le compatibilità delle nostre indicazioni con le condizioni concrete di applicazione.

Rimanendo a disposizione per ogni Vostra esigenza e/o chiarimento, porgo i miei migliori saluti.

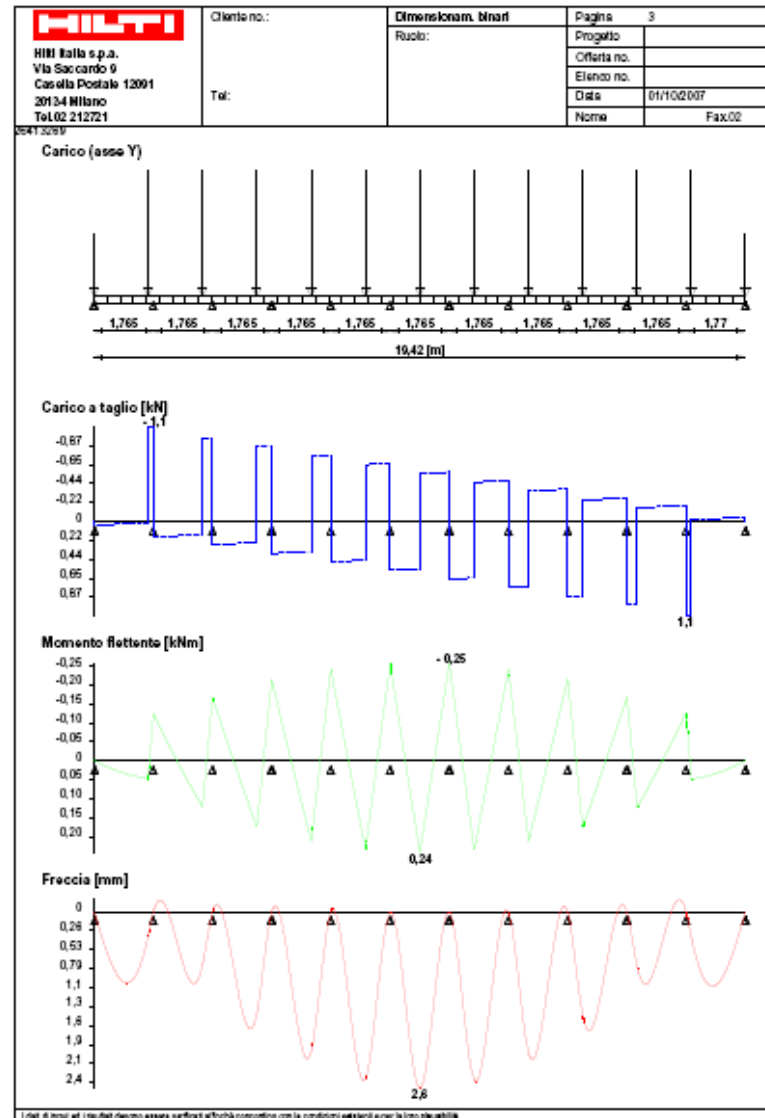
Per HILTI Italia S.p.A.
Ing. Marco Ferrini
Responsabile tecnico zona Adriatico

Progettare il sistema MQ HDG



I dati di input ed i risultati devono essere verificati affinché concordino con le condizioni esterne e per le loro planibilità.

Dimensionamento binafi V.1.7.4 Copyright © HILTI AG, PL 4494 Schaan. MS - Marchio registrato HILTI Corporation, Schaan



I dati di input ed i risultati devono essere verificati affinché concordino con le condizioni esterne e per le loro planibilità.

Dimensionamento binafi V.1.7.4 Copyright © HILTI AG, PL 4494 Schaan. MS - Marchio registrato HILTI Corporation, Schaan